

MEMINIMASI WASTE PROSES PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING

^{1*}Bagas Wahyu Dwi Nugroho, ² Ari Zaqi Al Faritsy

^{1,2}Program Studi S1 Teknik Industri, Universitas Teknologi Yogyakarta, Jalan Glagahsari No.63,
Warungboto, Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55164
e-mail: ^{1*}bagaswahyu1505@gmail.com, ²ariz_aqi@uty.ac.id

ABSTRAK

PT X merupakan perusahaan yang bergerak di industri percetakan, salah satu produknya adalah buku cetak *soft cover*. Pada proses produksinya terdapat permasalahan seperti pengerjaan ulang karena ketidak sempurnaan hasil, keterlambatan bahan baku dan pengadaan dan kendala mesin cetak. Penelitian ini bertujuan untuk mengeliminasi aktivitas yang menyebabkan pemborosan produksi buku cetak *soft cover* dengan pendekatan *lean manufacturing*. Identifikasi pemborosan yang dilakukan dengan *Borda Count* didapatkan pemborosan tertinggi yaitu *excess processing* dengan bobot 0,17 dan *waiting* dengan bobot 0,15. Setelah itu akan dilakukan pengolahan dengan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* untuk mengetahui detail *mapping tools* yang akan digunakan selanjutnya, dan diketahui hasil dari VALSAT yaitu *tools Process Activity Mapping (PAM)* dengan nilai sebesar 5,75. Setelah itu dilakukan pemetaan *current state value stream mapping* dari awal produksi hingga menjadi produk jadi. Adapun usulan perbaikan dilakukan dengan mengeliminasi aktivitas yang tidak menambah nilai dengan metode ECRS dan memberikan usulan dengan menerapkan standar operasional prosedur terkait pemesanan material untuk meminimasi pemborosan yang terjadi. Berdasarkan usulan perbaikan diketahui hasil untuk *future process activity mapping* dan *future state value stream mapping* dapat mengurangi waktu *lead time* yang semula 14 hari 188,21 menit menjadi 11 hari 156,97 menit atau berkurang selama 4343,24 menit atau 3 hari dan mereduksi aktivitas yang tidak menambah nilai (NVA) yang semula memiliki jumlah waktu selama 33,77 menit menjadi 2,68 menit atau berkurang 7,94%.

Kata kunci: *Lean Manufacturing, Pemborosan, Value Stream Mapping, VALSAT*

Pendahuluan

Pada industri manufaktur pemborosan produksi merupakan salah satu permasalahan yang sering dialami perusahaan yang terjadi secara alamiah maupun dari faktor manusia atau penyebab lainnya saat berlangsungnya proses produksi. Pemborosan produksi yang terjadi dapat menimbulkan kerugian, salah satunya yaitu kerugian yang memerlukan waktu produksi atau *lead time* yang lebih lama dari jadwal yang sudah direncanakan (Herlingga, 2023).

PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang percetakan buku seperti buku cetak *hard cover* dan *soft cover*. PT X memenuhi seluruh permintaan pelanggan dengan sistem *make to order*, pada periode akhir 2023 PT X memproduksi pesanan salah satu buku cetak *soft cover* sebanyak 10.000 oplah. Berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara dengan koordinator stasiun kerja dalam produksi buku cetak tersebut, perusahaan mengalami beberapa pemborosan produksi antara lain keterlambatan dalam pemenuhan pesanan (*waiting*), proses produksi yang secara berlebihan akibat pengerjaan ulang produk yang memiliki hasil tidak sempurna (*excess processing*). Pemborosan keterlambatan dalam pemenuhan pesanan terjadi karena telah melewati *dateline* ditanggal 6 Januari 2024 dengan jumlah pesanan yang terkirim pada *dateline* tersebut adalah sebanyak 9495 buku yang mana perusahaan masih memiliki beban produksi sebanyak 505 buku. Berdasarkan pengamatan dan wawancara langsung dengan koordinator stasiun kerja produksi, permasalahan keterlambatan dalam pemenuhan pesanan tersebut disebabkan adanya waktu tunggu (*waiting*) antar *work station* dengan waktu tunggu sekitar 10 – 15 menit untuk *setup* mesin – mesin produksi yang digunakan untuk satu *order* pada *work station*, yang mana dalam satu hari dapat melakukan 3 – 5 *order*, dengan rentang waktu tunggu saat proses produksi berlangsung tersebut dapat

menambah *lead time* produksi dan menjadikan aktivitas yang tidak menambah nilai (*non-value added*) dan proses produksi yang secara berlebihan karena adanya pengerjaan ulang produk yang memiliki hasil belum sempurna akibat kesalahan proses (*excess processing*) pemborosan tersebut menyebabkan terjadinya penumpukan produksi dan menimbulkan kerugian karena memperpanjang waktu produksi (*lead time*) dari buku cetak *soft cover*. Berdasarkan permasalahan yang dialami oleh perusahaan, maka dapat dilakukan analisis untuk perbaikan dengan pendekatan *lean manufacturing* untuk dapat mengurangi pemborosan yang terjadi.

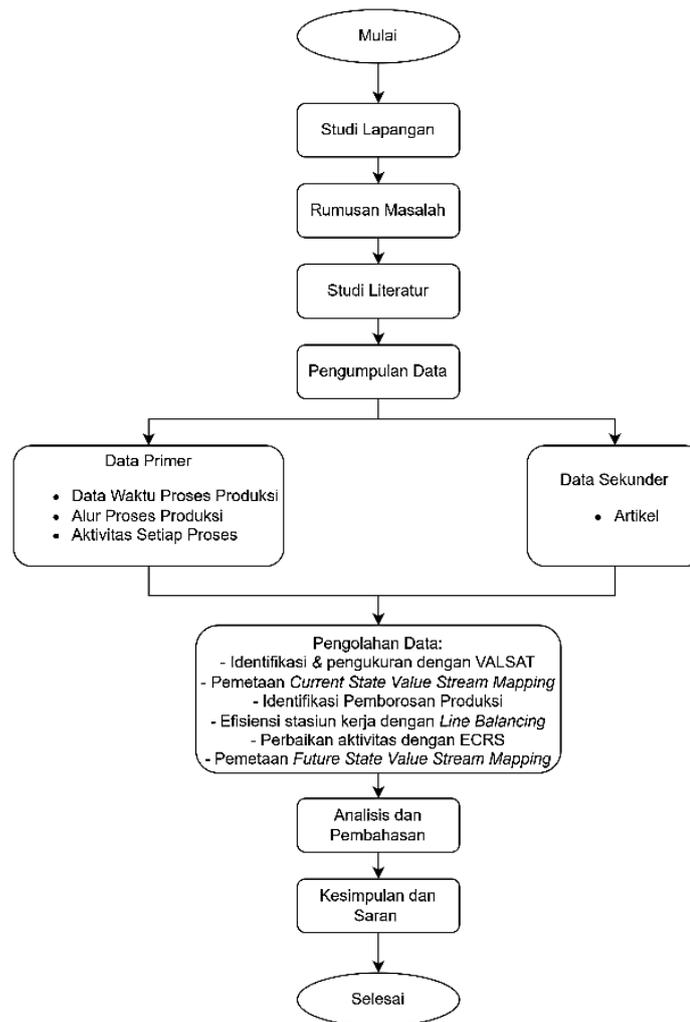
Lean merupakan salah satu pendekatan untuk melakukan eliminasi pemborosan yang terselubung di dalam suatu proses produksi. Pendekatan ini adalah salah satu dari beberapa pendekatan yang sangat efektif untuk digunakan di sektor industri manufaktur melalui pengurangan pemborosan secara ilmiah pada semua area pengembangan dan proses produksi suatu produk dengan kajian bisnis yang beruntun (Nurwulan, 2021). *Lean Manufacturing* merupakan pendekatan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dengan perbaikan yang dilakukan secara terus menerus dengan tujuan memberikan nilai kepada pelanggan (Gasperz, 2007). Pendekatan *lean manufacturing* dapat merancang proses produksi yang efektif dan efisien dengan persediaan yang kecil, proses produksi yang hemat dan cepat dengan ruang yang minimal. Penerapan pendekatan ini telah diterapkan pada perusahaan – perusahaan yang mengalami permasalahan pada pemborosan (Firdaus & Wahyudin, 2023). Salah satu *tools* yang dapat digunakan untuk meminimasi pemborosan dengan *lean manufacturing* adalah *value stream mapping*.

Value Stream Mapping (VSM) merupakan suatu alat untuk pemetaan semua rangkaian aktivitas baik yang memiliki nilai tambah (*value added*) maupun yang tidak memiliki nilai tambah (*non value added*) yang digunakan untuk menyelesaikan suatu produk dari bahan mentah hingga produk jadi (Armyanto et al., 2020). *Value Stream Mapping* (VSM) memiliki tujuan untuk dapat menentukan proses apa saja yang harus dibutuhkan selanjutnya dan menggambarkan keseluruhan proses produksi yang meliputi aliran informasi dan material untuk meningkatkan proses produksi dan mengidentifikasi sumber *waste* (Firdaus & Wahyudin, 2023). Serta bertujuan untuk mengidentifikasi aliran proses produksi supaya bahan baku dan informasi mampu berjalan tanpa ada gangguan, serta membantu dalam mengimplementasikan sistem (Novitasari & Iftadi, 2020).

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengupayakan minimasi pemborosan produksi dengan melakukan analisis permasalahan yang terjadi dengan analisis *Lean Manufacturing* menggunakan pendekatan *Value Stream Mapping* (VSM). Pendekatan tersebut banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu yaitu (Musfita, 2021), (Komariah, 2022), (Afrianto, 2022) yang berkaitan dengan pemborosan produksi untuk meminimalkan pemborosan yang terjadi. Pada penelitian ini terdapat perbedaan dengan peneliti terdahulu yaitu penggunaan *tools Line Balancing* sebagai tambahan analisis untuk menyeimbangkan beban kerja pada setiap stasiun kerja dan metode ECRS untuk usulan perbaikan dari proses aktivitas pada produksi buku cetak *soft cover*. Dengan demikian penelitian ini diharapkan dapat menjadi usulan yang membantu perusahaan untuk meminimalkan atau menghilangkan pemborosan (*waste*) produksi buku cetak *soft cover*.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk dapat meminimasi pemborosan (*waste*) yang terjadi di PT X dengan pendekatan *lean manufacturing* yang dilakukan dengan tahapan penelitian seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian berdasarkan diagram alir penelitian pada gambar 1 di atas dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Studi Lapangan
Melakukan studi lapangan untuk mengetahui kondisi proses produksi PT X.
2. Perumusan Masalah
Mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang terjadi untuk dapat mengetahui penyebab terjadinya pemborosan produksi di PT X.
3. Studi Literatur
Mencari dan mempelajari kajian – kajian teori mengenai permasalahan pemborosan produksi yang terjadi di industri berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu dengan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan *tools Value Stream Mapping* dan metode analisis VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*).
4. Pengumpulan Data
Mengumpulkan data primer seperti data waktu proses produksi, aliran proses produksi dan aktivitas setiap proses dan juga seperti informasi *lead time* pengiriman material dari pemasok serta durasi waktu pengiriman produk sampai ke pemesan. Dan data sekunder yang diperoleh berdasarkan dokumen perusahaan untuk dapat menunjang data primer. Data sekunder juga diperoleh dari artikel yang berkaitan dengan topik penelitian ini.
5. Pengolahan Data
 - a. Identifikasi dan Pengukuran dengan *Value Stream Mapping Analysis Tools* (VALSAT)

Value Stream Analysis Tool (VALSAT) yaitu tahapan analisis dengan pemilihan *Detail Mapping* berdasarkan perhitungan yang dianggap sesuai untuk mengidentifikasi secara lebih lanjut letak pemborosan (*waste*) yang terjadi pada *Value Stream* sistem produksi di lantai kerja suatu perusahaan (Donoriyanto, 2020).

b. Tahap Pemetaan *Current State Value Stream Mapping*

Tahapan ini dilakukan berdasarkan data yang telah dikumpulkan kemudian diolah menjadi peta kondisi saat ini (*current state mapping*). Peta kondisi saat ini merupakan pemetaan yang digunakan sebagai gambaran proses produksi di suatu perusahaan dengan simbol – simbol tertentu dan *current state mapping* dapat dilihat secara aliran fisik maupun informasi sehingga memudahkan peneliti untuk menganalisis proses produksi yang sedang terjadi. Untuk melakukan penyusunan atau menggambarkan aliran proses (*value stream*) dapat dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut (Rother & Shook, 2009):

1) Mengidentifikasi produk

Melakukan identifikasi terhadap produk atau jasa yang telah melalui macam – macam proses yang memiliki kesamaan.

2) Memetakan *current state value stream mapping*

Memetakan kondisi pada proses aliran produksi yang sesuai dengan keadaan di lapangan. Dalam hal ini perlu dilakukan pengamatan atau wawancara secara langsung untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam memetakan *current state value stream mapping*.

3) Menganalisis *current state value stream mapping*

Melakukan analisis terhadap *current state value stream mapping* yang telah dipetakan untuk mengetahui dan mengeliminasi pemborosan yang terjadi.

4) Memetakan *future state value stream mapping*

Setelah diketahui pemborosan yang terjadi dan penyebabnya, maka dapat dilakukan pemetaan *future state value stream mapping* atau aliran yang baru untuk menjadi usulan perbaikan.

c. Identifikasi Penyebab Pemborosan

Identifikasi penyebab pemborosan yang terjadi berdasarkan *current process activity mapping* dan *current state value stream mapping* untuk mengetahui penyebab pemborosan sehingga dapat dilakukan perbaikan pada *future process activity mapping* dan *current state value stream mapping*.

d. Efisiensi *Line Balancing*

Line Balancing merupakan analisis yang dilakukan dengan menghitung keseimbangan hasil produksi dengan membagi beban antar proses secara berimbang sehingga tidak ada proses yang *idle* atau menganggur akibat *delay* yang lama untuk menunggu keluarnya produk dari proses sebelumnya (Dasanti, 2020).

e. Perbaikan Aktivitas dengan ECRS

Metode *Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify* (ECRS) merupakan suatu metode untuk perbaikan terhadap suatu proses tertentu. *Eliminate* merupakan pengurangan terhadap proses yang tidak diperlukan atau tidak menambah nilai (*non value added*), *combine* merupakan perbaikan untuk mengkombinasikan dua proses atau lebih supaya menjadi lebih efisien, penggabungan ini juga dapat dilakukan terhadap stasiun kerja termasuk operator dan mesin, *rearrange* merupakan penataan kembali proses – proses untuk menjadi efektif dan efisien, sedangkan *simplify* merupakan perbaikan untuk menyederhanakan proses atau aktivitas (Ihsan et al., 2019).

f. Tahap Pemetaan *Future State Value Stream Mapping*

Tahap ini akan melakukan pemetaan *future state value stream mapping* atau kondisi masa depan berdasarkan pemborosan (*waste*) yang diketahui pada *current state mapping* untuk menggambarkan proses produksi yang efektif untuk dilakukan oleh perusahaan sebagai upaya meminimalisir pemborosan produksi.

6. Analisis dan Pembahasan

Melakukan analisis dan pembahasan berdasarkan pengolahan data yang telah selesai dan pada tahap ini juga akan menjadi acuan atau pertimbangan untuk memberikan saran perbaikan untuk meminimasi pemborosan produksi yang terjadi di PT X.

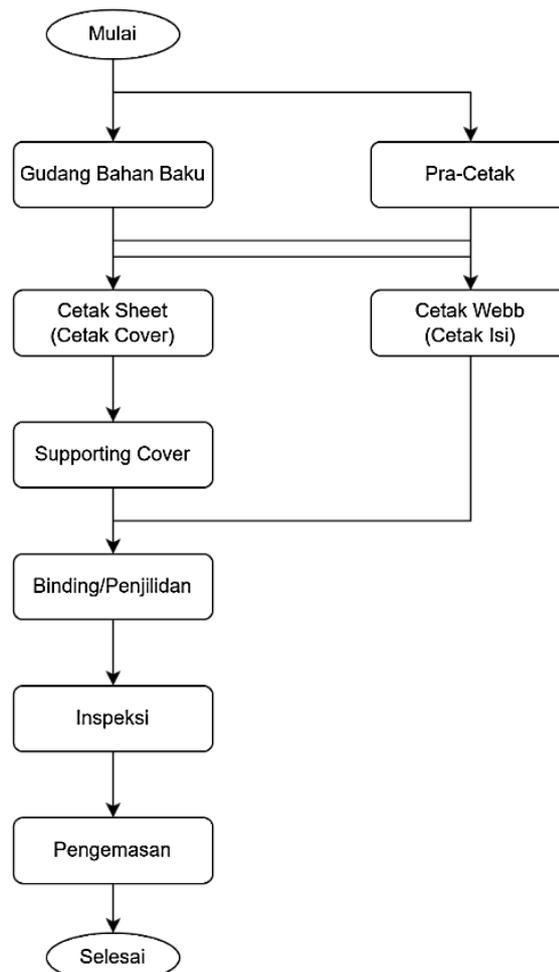
7. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir pada penelitian ini, karena berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan akan disimpulkan untuk menjawab dari perumusan masalah yang terjadi dalam penelitian ini, setelah itu akan diberikan saran atau usulan perbaikan oleh peneliti kepada pihak studi kasus.

Hasil dan Pembahasan

Proses Produksi

Tahapan proses produksi buku cetak di PT X dilakukan dengan pengolahan material percetakan yang dilakukan di Gudang Bahan Baku dengan untuk mengolah kertas roll menjadi kertas lembaran dan pengolahan plat cetak di bagian Pra – Cetak. Setelah proses pengolahan baku selesai, maka akan dilakukan proses cetak, proses cetak memiliki dua jenis yaitu cetak *sheet* untuk mencetak lembar *cover* buku dan cetak *webb* untuk mencetak lembar isi buku dan proses *supporting* untuk *detailing* lembaran *cover* buku. Kemudian akan dilakukan tahap penyelesaian dengan mengabungkan lembaran *cover* dan isi untuk dilakukan penjilidan (*binding*) dan setelah selesai akan dilakukan inspeksi dan pengemasan produk yang akan dibawa ke gudang barang jadi dan akan dikirim ke *customer*. Alur produksi buku cetak *soft cover* di PT X dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Proses Produksi

Waktu Proses Produksi

Berdasarkan pengamatan, diperoleh data waktu tersedia (*available time*) pada stasiun kerja untuk produksi buku cetak (*soft cover*). Data waktu tersedia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu Tersedia

No	Stasiun Kerja	Available Time (menit)
1	Gudang Bahan Baku	840
2	Pra – Cetak	840
3	Cetak Webb (Cetak Isi)	840
4	Cetak Sheet (Cetak Cover)	840
5	Supporting Cover	840
6	Binding (Penjilidan)	840
7	Inspeksi	840
8	Pengemasan	840

Available time merupakan waktu produksi yang tersedia dalam satu hari. PT X dalam sehari memiliki 2 *shift* dan waktu kerja untuk 1 *shift* adalah 7 jam kerja. Jadi *available time* dihitung dengan $2 \times (7 \times 60) = 840$ menit.

Tingkat Keseringan Waste

Tingkat keseringan *waste* dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner yang dilakukan langsung di PT X untuk mengetahui jenis pemborosan apa yang sering terjadi di PT X. Adapun hasil rekapitulasi kuesioner dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Kuesioner

No	Jenis Waste	Responden		
		Responden 1	Responden 2	Responden 3
1	<i>Overproduction</i>	4	3	4
2	<i>Waiting</i>	3	3	4
3	<i>Transportation</i>	4	4	5
4	<i>Excess Processing</i>	2	3	4
5	<i>Excess Inventory</i>	3	4	4
6	<i>Excess Motion</i>	3	4	5
7	<i>Defect</i>	4	3	3

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diperoleh, maka akan dilakukan pembobotan dengan metode *Borda Count* yang merupakan suatu metode yang dirancang oleh Jean – Charles de Borda di abad 18, metode ini digunakan untuk menentukan keputusan peringkat dengan preferensial (Zarghami, 2011). Metode ini dapat mengetahui hasil skor dan bobot pemborosan yang tertinggi. Ketentuan untuk pemberian skor pada metode ini dilakukan dengan memberikan skor atau peringkat 1 yang merupakan skor tertinggi atau pemborosan tersebut sangat sering terjadi, sedangkan untuk skor atau peringkat 7 merupakan skor terendah atau pemborosan tersebut tidak pernah terjadi selama proses produksi berlangsung (Susanti *et al.* 2019). Hasil perhitungan *borda count* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Borda Count

No	Jenis Waste	Peringkat							Skor	Bobot
		1	2	3	4	5	6	7		
1	<i>Overproduction</i>			1	2				10	0,14
2	<i>Waiting</i>			2	1				11	0,15
3	<i>Transportation</i>				2	1			8	0,11
4	<i>Excess Processing</i>		1	1	1				12	0,17
5	<i>Excess Inventory</i>			1	2				10	0,14
6	<i>Excess Motion</i>			1	1	1			9	0,13
7	<i>Defect</i>			2	1				11	0,15
Bobot		6	5	4	3	2	1	0	71	

Dapat diketahui contoh perhitungan pada skor *overproduction* dihitung dengan cara $(1 \times 4) + (2 \times 3) = 10$ dan perhitungan bobot dari nilai skor dibagi dengan jumlah skor

yang diperoleh yaitu $10/71 = 0,14$. Berdasarkan perhitungan di atas yang memiliki bobot tinggi atau pemborosan yang sering dialami di PT X terdapat 2 jenis pemborosan yaitu *Excess Processing* dengan bobot 0,17, dan *Waiting* dengan bobot 0,15.

Pembobotan dengan VALSAT

VALSAT digunakan untuk memilih *value stream mapping tools* yang efektif dan mengidentifikasi pemborosan dengan *detail*. Penerapan metode ini dilakukan dengan mengalikan faktor pengali yang sudah ditentukan dengan hasil pembobotan pemborosan. Adapun hasil VALSAT dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil VALSAT

Pemborosan	Bobot	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Overproduction</i>	0,14	0,14	0,42		0,14	0,42	0,42	
<i>Waiting</i>	0,15	1,35	1,35	0,15		0,45	0,45	0,15
<i>Transportation</i>	0,11	0,99						
<i>Excess Processing</i>	0,17	1,53		0,51	0,17		0,17	
<i>Excess Inventory</i>	0,14	0,42	1,26	0,42		1,26	0,42	0,14
<i>Excess Motion</i>	0,13	1,17	0,13					
<i>Defect</i>	0,15	0,15			1,35			
TOTAL		5,75	3,16	1,08	1,66	2,13	1,46	0,29

Hasil perhitungan dengan VALSAT diketahui bahwa *tools* yang mendapatkan nilai tertinggi adalah *tools Process Activity Mapping* (PAM) dengan nilai sebesar 5,75. Berdasarkan nilai yang diperoleh, maka tahap selanjutnya adalah analisis pemborosan (*waste*) dengan *tools Process Activity Mapping* (PAM).

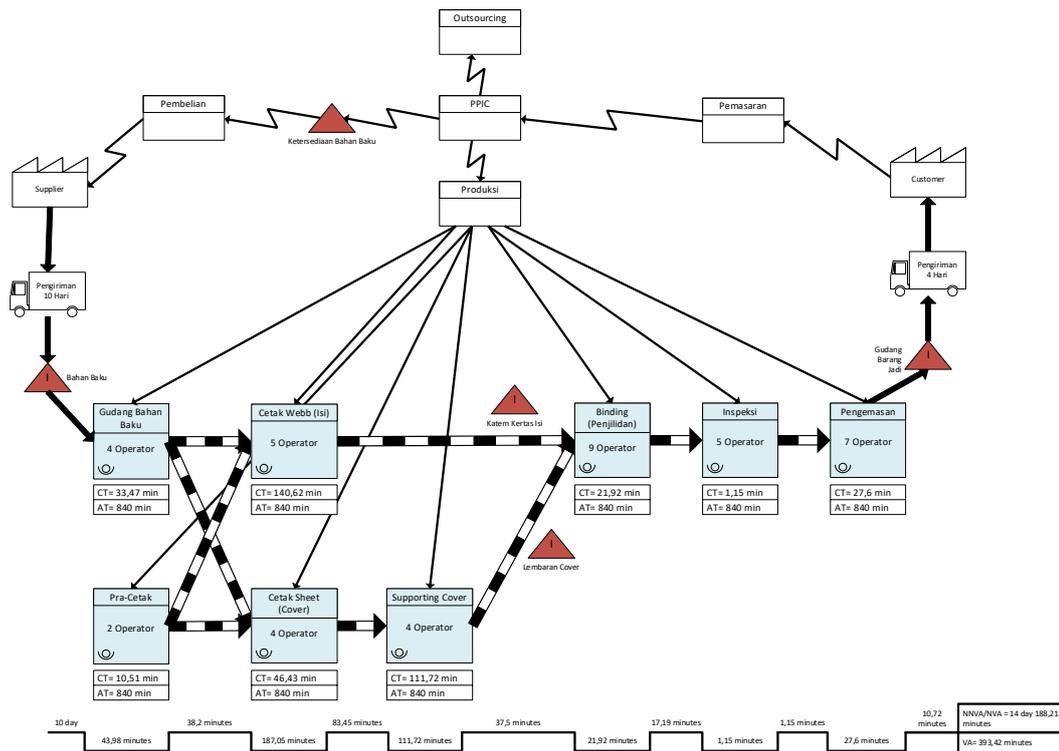
Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) merupakan gambaran tahapan aktivitas yang berlangsung dimulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan *storage* kemudian mengelompokkannya sesuai jenis kegiatan *value added* (VA), *Non-Value Added* (NVA) dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA). *Tools* ini juga digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan waktu proses yang tidak efisien, serta mencari perbaikan untuk permasalahan yang terjadi (Donoriyanto, 2020). Berdasarkan PAM diketahui hasil seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil PAM

Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Total Waktu (menit)	Persentase (%)
<i>Operation</i>	21	267,8	68,07
<i>Transportation</i>	7	29,63	7,53
<i>Inspection</i>	8	23,59	6,00
<i>Storage</i>	0	0	0,00
<i>Delay</i>	8	72,4	18,40
Total	44	393,42	100%
Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Total Waktu (menit)	Persentase %
<i>Value Added</i>	10	205,21	52,16
<i>Non Value Added</i>	7	33,77	8,58
<i>Necessary Non Value Added</i>	27	154,44	39,26
Total	44	393,42	100%

Current State Value Stream Mapping



Gambar 3. Current State Value Stream Mapping

Pada gambar 3 *Current State Value Stream Mapping* diketahui bahwa adanya proses produksi yang mengalami waktu tunggu cukup lama pada penerimaan bahan baku dari *supplier* dengan waktu tunggu 10 hari dan pada pencetakan isi buku (cetak *webb*) dan pencetakan *cover* (cetak *sheet*) dikarenakan adanya proses perbaikan atau pengerjaan ulang hasil cetakan yang tidak sempurna, selain itu hasil *cover* yang telah selesai disupporting juga menunggu proses cetak isi (cetak *webb*) untuk dilakukan penjilidan atau proses *binding*. Berdasarkan proses pengerjaan terdapat waktu proses yang lama yaitu pada proses cetak isi (cetak *webb*) dengan waktu selama 140,62 menit.

Identifikasi Pemborosan

Berdasarkan pengumpulan data dan pengolahan data, pada *process activity mapping* dan *current state value stream mapping* terdapat beberapa jenis pemborosan pada proses produksi buku cetak *soft cover* yaitu pemborosan *Excess Processing*, dan *Waiting*:

1. *Excess Processing* (Proses Berlebihan)

Pemborosan proses yang berlebihan ini terjadi adanya pengerjaan ulang karena hasil produksi belum memenuhi kriteria pesanan atau produk tidak sempurna. Pengerjaan ulang tersebut juga dikarenakan tidak adanya komponen mesin/alat yang berfungsi langsung untuk menyesuaikan laminasi *doff* pada *cover* buku dan hasil potongan yang tidak sesuai, kelalaian operator saat menjalankan mesin atau pengoperasian pekerjaan dan belum adanya standarisasi yang baku untuk penggunaan material.

2. *Waiting* (Waktu Tunggu)

Pemborosan pada aktivitas *waiting* atau waktu tunggu yaitu pada saat tidak adanya aktivitas karena menunggu kedatangan bahan baku, keterlambatan pengadaan, menunggu *setup* dengan waktu 10 – 15 menit. Pada PT X terjadi pemborosan *waiting* yang disebabkan karena belum dilakukannya penjadwalan untuk pengadaan bahan baku secara berkala karena bagian pembelian akan melakukan pembelian bahan baku pada saat *stock* bahan baku mulai sedikit atau ketika akan memulai produksi pesanan yang

masuk, proses *setup* mesin/alat untuk produksi yang cukup lama dan kelalaian operator pada saat mengoperasikan pekerjaan atau mesin produksi.

Efisiensi Line Balancing

Pada pengolahan data untuk *line balancing* diperlukan data waktu proses pada stasiun kerja berdasarkan aktivitas yang dilakukan pada PT X. Waktu proses dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Waktu Proses

No	Stasiun Kerja	Waktu Proses (menit)
1	Gudang Bahan Baku	33,47
2	Pra – Cetak	10,51
3	Cetak <i>Webb</i> (Cetak Isi)	140,62
4	Cetak <i>Sheet</i> (Cetak Cover)	46,43
5	<i>Supporting Cover</i>	111,72
6	<i>Binding</i> (Penjilidan)	21,92
7	Inspeksi	1,15
8	Pengemasan	27,6
Waktu Total		393,42

Berdasarkan total waktu proses yang diperlukan yaitu 393,42 menit dan akan digunakan asumsi waktu total dibagi 2 untuk mendapatkan perhitungan yang sesuai, maka waktu total menjadi $393,42/2 = 196,71$. Adapun perhitungan untuk mengetahui *cycle time* dapat diketahui dengan rumus di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Cycle Time} &= \frac{\text{Waktu produksi satu hari}}{\text{Tingkat produksi satu hari}} \\
 &= \frac{840}{35} \\
 &= 24 \text{ menit/oplah.}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *cycle time* diperoleh 24 menit/oplah berdasarkan waktu produksi di PT X ada 2 *shift*, yang mana 1 *shift* selama 7 jam kerja. Jadi $2 \times (7 \times 60) = 840$ menit, dan tingkat produksi satu dalam satu hari untuk satu judul yang naik cetak. Setelah diketahui *cycle time*, maka akan dilakukan perhitungan efisiensi untuk mengetahui stasiun kerja yang ada telah efisien atau belum efisien.

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Line Balancing} &= \frac{\text{Total Waktu Produksi}}{\text{Stasiun Kerja} \times \text{Cycle Time}} \\
 &= \frac{196,71}{8 \times 24} \\
 &= 1,02 \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Line balancing digunakan untuk mengetahui keseimbangan beban kerja yang dialokasikan pada tiap – tiap stasiun kerja, dan untuk mengetahui apakah stasiun kerja yang ada sudah efisien atau belum. Berdasarkan perhitungan *line balancing* diperoleh nilai yang menunjukkan bahwa dengan stasiun kerja yang ada dan *cycle time* yang diperoleh telah menunjukkan hasil 100% yang berarti 8 stasiun kerja telah efisien.

Perbaikan dengan ECRS

Berdasarkan aktivitas yang masuk ke dalam kategori *non value added* akan dilakukan perbaikan dengan metode ECRS (*Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify*) untuk dapat mengurangi proses aktivitas dan menghilangkan aktivitas yang tidak menambah nilai (*non value added*) (Faritsy & Suseno, 2015).

Pada usulan perbaikan dengan ECRS dapat dilakukan eliminasi (*eliminate*) pada aktivitas – aktivitas yang tidak menambah nilai dan juga menjadi faktor dari terjadinya pemborosan produksi seperti pada aktivitas melepas bungkus kertas roll pada Gudang Bahan Baku dengan waktu 5,19 menit, aktivitas melapisi plat cetakan dengan kertas pembatas pada Pra Cetak dengan waktu 1,34 menit, aktivitas menginspeksi kestabilan hasil dengan waktu 4,08 menit dan *setup* alat/mesin hasil perbaikan dengan waktu 12,61 menit pada Cetak *Sheet*, aktivitas menyiapkan kelengkapan laminasi pada proses *Supporting* dengan waktu 3,58 menit, dan aktivitas menyiapkan plastik *shrink*, lem penjilidan dan

kertas QA pada proses *Binding* (Penjilidan) dengan waktu 4,29 menit. Selain itu juga dapat mengkombinasikan (*combine*) aktivitas melepas bungkus kertas roll dengan aktivitas menginspeksi kertas roll pada Gudang Bahan Baku, aktivitas *setup* alat/mesin hasil perbaikan di proses Cetak *Sheet* dengan mengintegrasikan aktivitas *setup* yang ada di proses Cetak *Sheet*, aktivitas menyiapkan kelengkapan laminasi dengan aktivitas menyiapkan kelengkapan *supporting* pada proses *Supporting* dan mengkombinasikan aktivitas menyiapkan plastik *shrink*, lem penjilidan dan kertas QA dengan aktivitas *setup* setiap mesin dan menyiapkan kelengkapan pada proses *Binding* (Penjilidan), sehingga dengan mengkombinasikan aktivitas – aktivitas tersebut dapat berjalan dengan efisien karena tidak memerlukan banyak waktu tunggu dan tidak melakukan pengerjaan secara berulang – ulang.

Perbaikan dengan ECRS dapat membuat aktivitas menjadi berkurang karena telah mengurangi aktivitas *operation* menjadi 20 aktivitas dengan waktu 266,46 menit, *inspection* menjadi 5 aktivitas dengan waktu 11,64 menit, *delay* menjadi 6 aktivitas dengan waktu 54,6 menit, dan mengurangi aktivitas *non value added* dari 7 aktivitas dengan waktu 33,77 menit menjadi 1 aktivitas dengan waktu 2,68 menit, sehingga dengan perbaikan ECRS ini dapat mengurangi aktivitas dari 44 aktivitas dengan waktu 393,42 menit menjadi 38 aktivitas dengan total waktu waktu 362,23 menit.

Future PAM

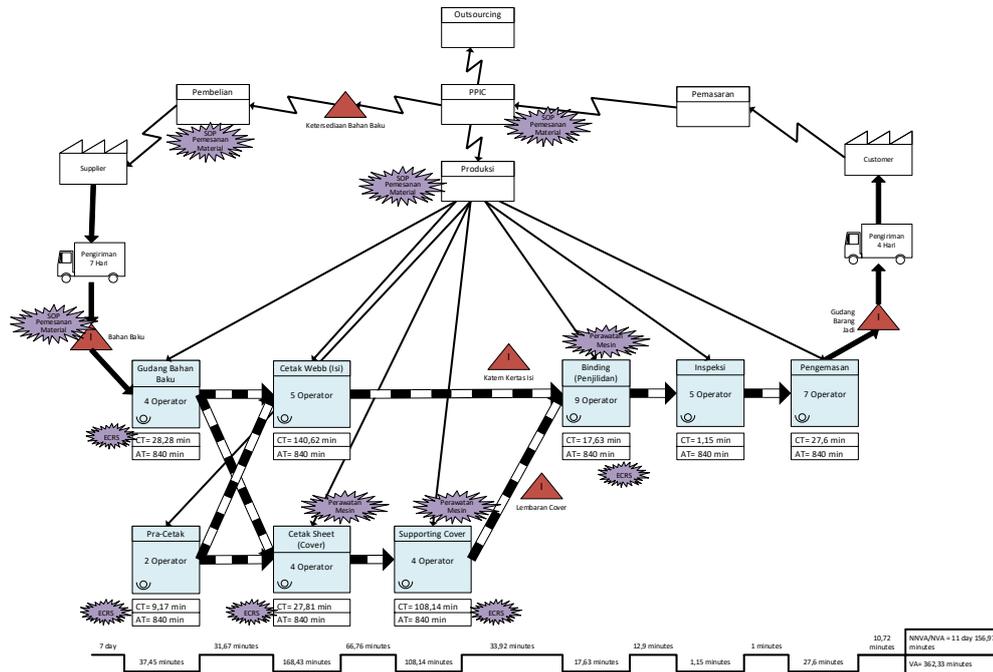
Berdasarkan *Process Activity Mapping* (PAM) yang awal dilakukan perbaikan aktivitas dengan metode ECRS untuk membuat proses atau aktivitas yang dapat menambah nilai (*value added*) dan mengeliminasi aktivitas *non value added*. Aktivitas – aktivitas yang telah diberikan usulan dengan ECRS tersebut akan berpengaruh terhadap waktu proses buku cetak *soft cover* di PT X. Adapun usulan perbaikan *Process Activity Mapping* (PAM) berdasarkan metode ECRS dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Future PAM

Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Total Waktu (menit)	Persentase (%)
<i>Operation</i>	20	266,46	73,54
<i>Transportation</i>	7	29,63	8,18
<i>Inspection</i>	5	11,64	3,21
<i>Storage</i>	0	0	0,00
<i>Delay</i>	6	54,6	15,07
Total	38	362,23	100%
Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Total Waktu (menit)	Persentase %
<i>Value Added</i>	10	205,21	56,64
<i>Non Value Added</i>	1	2,68	0,74
<i>Necessary Non Value Added</i>	27	154,44	42,62
Total	38	362,23	100%

Usulan perbaikan *Process Activity Mapping* (PAM) berdasarkan ECRS untuk buku cetak *soft cover* yang telah dilakukan eliminasi dan penyederhanaan aktivitas – aktivitas yang tidak menambah nilai (*non value added*) pada setiap stasiun kerja diperoleh total waktu 362,23 menit atau 6 jam yang lebih sedikit dari sebelumnya yaitu 393,42 menit atau 6,55 jam. Aktivitas *non value added* sebelumnya memiliki waktu total 33,77 menit menjadi 2,68 menit atau berkurang 7,94% karena telah dieliminasi dan juga diketahui aktivitas *value added* sebanyak 10 aktivitas dengan total waktu 205,21 menit dengan persentase sebesar 56,64% dan aktivitas *necessary non value added* sebanyak 27 aktivitas dengan total waktu 154,44 menit dengan persentase 42,62%.

Future State Value Stream Mapping



Gambar 4. Future State Value Stream Mapping

Future State Value Stream Mapping merupakan hasil usulan perbaikan untuk dapat diterapkan pada rantai kerja produksi dengan harapan dapat meningkatkan kualitas dan menambah nilai. Berdasarkan penyusunan Future State Value Stream Mapping dilakukan dengan usulan perbaikan menggunakan metode ECRS untuk dapat mengurangi aktivitas yang tidak menambah nilai (*non value added*) yang mengurangi aktivitas *non value added*. Selain itu juga menerapkan standar operasional prosedur (SOP) seperti pada tabel 8 untuk pemesanan bahan baku sebagai upaya mencegah terjadinya kerusakan, pengerjaan ulang dan keterlambatan bahan baku. Hasil pada usulan perbaikan tersebut dapat mengurangi waktu *lead time value stream mapping* dari yang semula 14 hari 188,21 menit menjadi 11 hari 156,97 menit atau berkurang selama 4343,24 menit atau 3 hari dan mereduksi aktivitas yang tidak menambah nilai (NVA) yang semula memiliki jumlah waktu selama 33,77 menit menjadi 2,68 menit atau berkurang 7,94%.

Tabel 8. SOP Pemesanan Material

STANDAR OPERASIONAL PEMESANAN MATERIAL PT X	No. Dokumen	PTX-SOP-PM-01
	Tanggal	09/05/2024
TUJUAN		
1. Panduan melakukan pemesanan material		
2. Mengurangi adanya pemborosan pengerjaan ulang (<i>excess processing</i>), dan keterlambatan material (<i>waiting</i>)		
3. Proses produksi dapat berlangsung dengan baik tidak adanya aktivitas menunggu material		
PROSEDUR		
1. Karyawan datang tepat waktu sesuai jam kerja		
2. Melakukan list material yang digunakan sesuai <i>standard</i> percetakan		
3. Bagian pembelian wajib melakukan pembelian untuk <i>stock</i> material supaya tidak terjadi kekosongan material		
4. Bagian pembelian melakukan pembelian material pada waktu pagi supaya dapat menyesuaikan pengiriman dari ekspedisi dan dengan maksimal pengiriman material 7 hari		
5. Bagian Gudang Bahan Baku wajib melakukan pengecekan <i>stock</i> material secara berkala		
6. Menerapkan <i>preventive maintenance</i> atau perawatan secara berkala terhadap mesin yang digunakan		
Disahkan Oleh:		
PT X		

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa jenis pemborosan (*waste*) yang paling dominan berdasarkan *Borda Count* adalah *waste excess processing* dengan bobot sebesar 0,17 dan skor 12 dan *waste waiting* dengan bobot sebesar 0,15 dan skor 11. Faktor penyebab *waste excess processing* karena adanya pengerjaan ulang karena ke-tidak sempurnaan hasil produksi, tidak adanya komponen mesin/alat yang berfungsi langsung untuk menyesuaikan laminasi *doff* pada *cover* buku dan hasil potongan yang tidak sesuai, kelalaian operator saat menjalankan mesin atau pengoperasian pekerjaan dan belum adanya standarisasi yang baku untuk penggunaan material, sedangkan penyebab *waste waiting* karena menunggu kedatangan bahan baku dari *supplier* yang waktu pengirimannya hingga 10 hari, keterlambatan pengadaan, menunggu setup dengan waktu 10 – 15 menit, selain itu karena belum dilakukannya penjadwalan untuk pengadaan bahan baku secara berkala karena bagian pembelian akan melakukan pembelian bahan baku pada saat *stock* bahan baku mulai sedikit. Berdasarkan faktor penyebab yang telah diketahui dapat diberikan usulan perbaikan dengan metode ECRS yang dapat mengeliminasi aktivitas *non value added* dari 7 aktivitas dengan waktu 33,77 menit menjadi 1 aktivitas dengan waktu 2,68 menit. Selain itu juga dilakukan SOP untuk pemesanan bahan baku dan melakukan perawatan mesin secara berkala sebagai upaya mencegah terjadinya pengerjaan ulang dan keterlambatan bahan baku. Berdasarkan usulan perbaikan ini dapat mengurangi *lead time value stream mapping* dari 14 hari 188,21 menit menjadi 11 hari 156,97 menit atau berkurang selama 4343,24 menit atau 3 hari dan mereduksi aktivitas *non value added* sebesar 7,94%. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya dapat diharapkan untuk melakukan identifikasi dan memberikan usulan perbaikan pemborosan secara rinci atau keseluruhan dan tidak hanya berfokus pada pemborosan yang paling sering terjadi.

Daftar Pustaka

- Afrianto, M., Budiharti, N., & Haryanto, S. (2022). Implementasi Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Waste Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada PT. MJ di Pasuruan. *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 5(2).
- Armyanto, H. D., Djumhariyanto, D., & Mulyadi, S. (2020). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM dan FMEA untuk Mereduksi Pemborosan Produksi Sarden. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 13(1). <https://doi.org/10.24843/jem.2020.v13.i01.p07>
- Dasanti, A. F., Jakdan, F., Dedy, & Santoso, T. (2020). Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Di PT GARMENT JAKARTA. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 1(2), 40–45.
- Donoriyanto, D. S., Falah, Y., & Azhar, M. F. (2020). Analisis Waste Pada Aktivitas Lini Produksi Dengan Menggunakan Lean Manufacturing di PT ABC. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(1), 25–35. <http://tekmapro.upnjatim.ac.id/index.php/tekmapro>
- Faritsy, A. Z. Al, & Suseno. (2015). Peningkatan Produktivitas Perusahaan Dengan Menggunakan Metode Six Sigma, Lean dan Kaizen. *Jurnal Teknik Industri*, X(2), 103–116.
- Firdaus, R. Z., & Wahyudin, W. (2023). Penerapan Konsep Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM). *Journal of Integrated System*, 6(1), 21–31. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.5632>
- Gasperz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Herlingga, M. (2023). Analisis Penerapan Lean Manufaktur Untuk Mengurangi Pemborosan di Lantai Produksi PT E Purwakarta Tahun 2021. *Journal Of Industrial Management and Entrepreneurship JIME*, 1(1), 98–105.

- Ihsan, M., Fathimahhayati, L. D., & Pawitra, T. A. (2019). Analisis Beban Kerja dan Penentuan Tenaga Kerja Optimal dengan Metode Workload Analisis dan ECRS. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 72–78. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jime>
- Mega Musfita, B., & Mahbubah, N. A. (2021). Implementasi Lean Manufacturing Guna Meminimalisasi Pemborosan Pada Proses Produksi AMDK Jenis Gelas Pada PT.XYZ. *Serambi Engineering*, VI(2), 1683–1693.
- Novitasari, R., & Iftadi, I. (2020). Analisis Lean Manufacturing untuk Minimasi Waste pada Proses Door PU. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 65–74. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2045>
- Nurwulan, N. R., Taghsya, A. A., Astuti, E. D., Fitri, R. A., & Nisa, S. R. K. (2021). Pengurangan Lead Time dengan Lean Manufacturing: Kajian Literatur. *JOURNAL OF INDUSTRIAL AND MANUFACTURE ENGINEERING*, 5(1), 30–40. <https://doi.org/10.31289/jime.v5i1.3851>
- Rother, M., & Shook, J. (2009). Learning to See Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. In *Lean Enterprise Institute Cambridge, MA, USA*. Lean Enterprise Institute.
- Susanti, E., & Arista, A. (2019). Analisis Fungsi Borda Untuk Mengetahui Tingkat Pengetahuan Terhadap Kurikulum Abad 21. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 5(1), 75–85.
- Zarghami, M. (2011). Soft computing of the Borda count by fuzzy linguistic quantifiers. *Applied Soft Computing Journal*, 11(1), 1067–1073.